

VU Research Portal

Succesvol hedgen: mix van art en science

van Haastrecht, A.

published in

De Actuaris

2014

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van Haastrecht, A. (2014). Succesvol hedgen: mix van art en science. *De Actuaris*, 22(1), 16-17. http://www.ag-ai.nl/bibliotheek-1.php?action=view&Content_Id=3904

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

SUCCESVOL HEDGEN: MIX VAN ART EN SCIENCE



Dr. A. van Haastrecht is werkzaam als universitair docent aan de Vrije Universiteit en als consultant voor verzekeraars en pensioenfondsen.

Hedges worden wijd toegepast om marktwaarde P&L's te stabiliseren en specifieke marktrisico exposures te reduceren. Voor een realistische bepaling van de Grieken zijn passende simulatie- en kalibratietechnieken nodig die aansluiten bij onderliggende verzekeringsproducten. De inrichting van een kostenefficiënte hedgeportefeuille blijft een art, waarbij een zorgvuldige afweging gemaakt dient te worden tussen de kwaliteit van de hedge en kosten/liquiditeit van onderliggende hedge-instrumenten. In dit artikel bespreek ik de benodigheden voor het draaien van een succesvol hedgeprogramma.

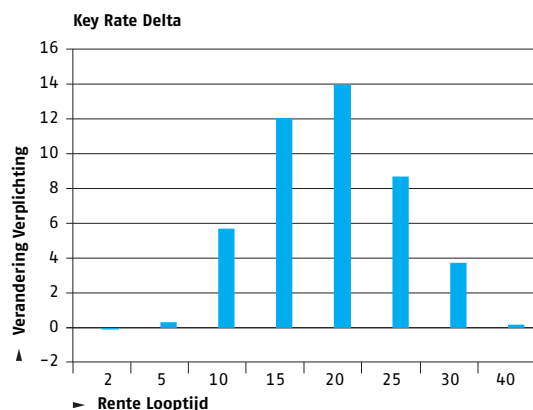
Grieken

Hedgen van embedded opties gaat over het dichtzetten van de Grieken. Deze methode is gebaseerd op de Taylor expansie van de marktwaardeverandering van de verplichting; de hedgestrategie gebruikt de Grieken vervolgens om de eerste en tweede orde afgeleiden van de prijsfunctie als functie van onderliggende risicofactoren te neutraliseren.

$$\underbrace{f(x+dx) - f(x)}_{\text{Verandering Waarde Verplichting}} = \underbrace{\nabla f(x)^T dx}_{\text{Delta Vector}} + \underbrace{\frac{1}{2} dx^T \nabla^2 f(x) dx}_{\text{Gamma Matrix}} + \underbrace{\dots}_{\text{Hogere orde termen}}$$

Het aantal Grieken hangt af van het aantal gehedgede risicofactoren. Een variable annuity met 1 onderliggend fonds¹, een swap curve met 8 key rate duraties en 4 key term vega's, vereist de volgende runs: 1 basis run, 26 delta/gamma/vega runs en potentieel 312 cross-gamma runs. Binnen dynamische hedgeprogramma's worden doorgaans altijd de delta, gamma en vega gevoeligheden bepaald.

Op basis van de Grieken kan onder meer de waardeverandering van de verplichting bij veranderingen in rentetermijnstructuur per looptijdpunt geneutraliseerd worden, zie figuur 1; de natuurlijke hedge-instrumenten voor deze exposure zijn bonds, bond futures, rente swaps en afhankelijk van de rente vega exposure, swaptions.



Figuur 1: Key Rate Duraties per looptijd bucket.

High Performance Computing

Niet alle cross-gamma gevoeligheden hebben een even grote impact op de waardeverandering van de verplichting. Onder meer op basis van de P&L attributie analyses kan voor de cross-gamma's bepaald worden, welke een significante impact hebben op de waardeverandering van de voorziening. Voor een EUR garantie met exposure in de S&P500 kan dit bijvoorbeeld gaan om het cross-gamma effect van een simultane daling van S&P500 en USD/EUR wisselkoers. Merk op dat zelfs als men alleen een delta-hedge in uitvoering heeft, de hogere orde Grieken nog steeds nuttig kunnen zijn om veranderingen in de waarde van de verplichting te verklaren en/of te verbeteren.

Het totaal aantal scenario's (=gevoeligheden x aantal scenario's per set) kan makkelijk de grens van een miljoen overschrijden; Monte Carlo simulaties lenen zich uitstekend om geparalleliseerd te worden over meerdere machines / cores. Tevens wordt er veelvuldig gebruik gemaakt van variantiereductietechnieken als Sobol quasi-random nummers en control variates om het aantal scenario's zo klein mogelijk te houden voor een gewenste accuraatheid, zie bijvoorbeeld Glasserman (P. Glasserman, Monte Carlo Methods in Financial Engineering, 2003, Springer) en Van Haastrecht (A. van Haastrecht, Replicating Portfolio Control Variates, Maart 2013, De Actuaris). Combinatie van slimme programmatuur met een sterke IT infrastructuur (HPC/GPU systemen²) is vereist voor een accurate bepaling van de Grieken.

Risiconeutrale modellen

Voor een realistische vaststelling van deze gevoeligheden / Grieken bij complexe embedded opties zijn passende modellen nodig die nauw aansluiten bij marktprijzen van soortgelijke liquide verhandelde financiële producten als swaptions en aandelenopties. Het is hierbij belangrijk dat het model geïjkt wordt op marktprijzen van producten die gebruikt kunnen worden in de uiteindelijke hedgeportefeuille.

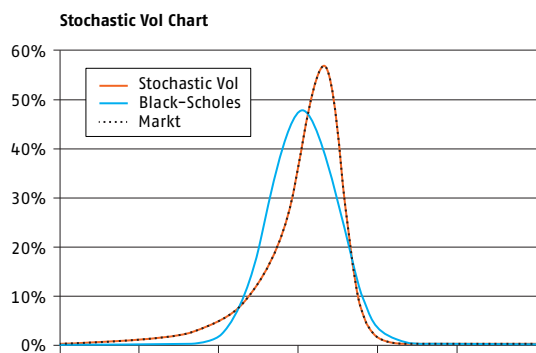
Modellen met meer features, zoals een stochastisch volatiliteitsmodel, kunnen over het algemeen beter de

1 – Op basis van de fonds Grieken van de polishouder kunnen direct de gevoeligheden ten opzichte van de fonds componenten afgeleid worden. Numeriek gezien valt het daarom te prefereren om fondsgevoeligheden te bepalen in plaats van alle afzonderlijke risicofactor Grieken.

2 – High Performance Computing (HPC) systemen bestaan uit een grid van meerdere cores/machines. Graphical Processing Unit (GPU) systemen daarentegen maken gebruik van de rekenkracht van grafische kaarten waarop duizenden rekenkernen van nature aanwezig zijn. De afgelopen 5 jaar heeft een sterke opmars plaatsgevonden van GPU-systemen voor rekenintensieve financiële programma's.

variatie in de onderliggende beleggingen en garantie-voorzieningen verklaren. Veel onderzoek gaat uit naar realistische modellen en kalibratietechnieken die zo goed mogelijk aansluiten bij de markt en onderliggende verzekeringsverplichtingen.

Zo wordt in figuur 1 geïllustreerd dat een stochastisch volatiliteitsmodel veel dichter de implied verdeling van de kansverdeling van aandelen rendementen weet te fitten. Vooral de skewness en kurtosis van de verdeling, door de markt gereflecteerd door hogere volatiliteiten voor out-of-the money putopties, kunnen realistischer opgepakt worden door een stochastisch volatiliteitsmodel. Deze modellen geven nauwkeurigere waarderingen en realistischere hedges voor variable annuities, dekkingsgraadopties en unit-linkedgaranties.



Figuur 2: Kwaliteit van een stochastisch volatiliteit model vergeleken met Black-Scholes model op basis van kansdichtheden van log aandelen returns.

Nadeel van geavanceerdere modellen is dat additionele parameters op een stabiele manier geschat dienen te worden. Beschikbaarheid van voldoende en liquide data kan hierbij een probleem zijn, bijvoorbeeld voor implied correlaties tussen risicofactoren. Impact analyse van modelonzekerheid op de hedge gevoeligheden, bijvoorbeeld over de geschatte correlatiestructuur, is daarom van groot belang.

Ontwikkeling van economische scenariogeneratoren vindt bij banken en grote verzekeraars dikwijls in-house plaats, omdat deze instelbaar zijn voor hun specifieke producten en exposures. Echter dit vergt gespecialiseerde kennis van dergelijke modellen. Kant-en-klare scenariogeneratoren zijn soms wel en soms niet geschikt binnen bestaande risicomangement- en IT-raamwerken. Aandachtspunt hierbij is onder meer in hoeverre het uitbesteden van kalibraties werkt voor een organisatie en leidt tot kwalitatief goede product specifieke parameters.

Hedge instrumenten

Gegeven accuraat bepaalde Grieken, resteert de inrichting van een zo kostenefficiënt mogelijke hedgeportefeuille. Dit speelt in het bijzonder voor exotische embedded opties als gesepareerde beleggingsdepots, variable annuities en unit-linked garanties. Deze producten kennen exposures naar meerdere risicofactoren als rente, aandelen, wisselkoers, credit spreads en volatiliteit. Voor de lange looptijden binnen deze producten en voor bepaalde onderliggende risico's als credit spreads/correlaties bestaat simpelweg geen liquide markt.

Dit betekent dat het onmogelijk is om alleen met liquide verhandelde producten alle marktrisico exposures te dichten. Een alternatief kan

zijn om een op maat gemaakt derivaat te kopen via een investment bank. Impliciet worden de garantierisico's dan getransfereerd naar de bankbalans, die op zijn beurt kapitaal hiervoor opzij dient te zetten. Echter juist op het vlak van lastig tot niet-hedgebare risico's zijn banken onderworpen aan strikte richtlijnen en zal doorgaans een significante risicopremie vereist zijn voor een volledige herverzekering van de marktrisico's uit een embedded optie boek.

| | Exposure | Instrumenten | |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|
| HEDGE KWALITEIT ↑ | Alle Marktrisico's | Herverzekering | KOSTEN EFFICIENCY ↓ |
| | Hybride | Exotisch Derivaat | |
| | Correlatie, Credit | Baskets, CDS Opties | |
| | Gamma | Equity/FX Opties, Swaptions | |
| | Delta | Futures, Swaps | |

Figuur 3: Keuze van hedge instrumenten.

Eén van de uitdagingen bij hedging van embedded opties is de afweging welke risico's tegen een redelijke prijs gehedged kunnen worden en welke niet. Volledige herverzekering van alle marktrisico's is vaak excessief duur, echter een pure delta hedge biedt maar beperkte bescherming bij hoge volatiliteit in marktbevingen.

Vaak valt hierbij de keuze op een frequentere hedging van eerste orde gevoeligheden met instrumenten als futures en swaps, waarbij daarnaast een statischere optieportefeuille wordt aangekocht ter bescherming van grotere tweede orde bewegingen en kruiseffecten tussen risico's. Afhankelijk van het type garantie zal dit een gemiddelde hedge effectiviteit geven voor 70-90% van de exposures. Voor een hogere hedge-effectiviteit zullen exotische instrumenten nodig zijn met inherent hieraan verbonden verminderde liquiditeit en significante risicopremies.

In dergelijke risicorendementsafwegingen zal de kapitaals- en risicopositie van de verzekeraar een leidende rol hebben. Partijen met meer kapitaal hebben simpelweg meer ruimte om lastig hedgebare risico's op eigen balans te houden en hen wordt hiermee de mogelijkheid geboden kapitaal efficiënter te opereren. Ook bij ontwikkeling van nieuwe producten beginnen hedgebaarheid en kosten van kapitaal een steeds belangrijkere rol te krijgen. Steeds vaker wordt gekozen voor garanties en winstdelingsvariabelen die een grote overeenkomst hebben met liquide verhandelde instrumenten als index opties en swaprentes, en hierdoor beter hedgebaar zijn.

Tot Slot

Hedging van variable annuities, unit-linked garanties en gesepareerde beleggingsdepots vergt realistische simulatiemodellen en een moderne IT-infrastructuur. Inrichting van kostenefficiënte hedgeportefeuilles blijft echter een art waarin risicorendementsafwegingen gemaakt dienen te worden tussen kwaliteit, kosten en liquiditeit van beschikbare instrumenten. Succesvolle hedge-programma's kenmerken zich door een juiste combinatie van science, art en bovenal common sense. ◀◀

Reacties op dit artikel graag naar redactie.actuaris@ag-ai.nl